



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 106 187 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift :
21.11.85

(51) Int. Cl.: **F 02 F 3/00, F 16 B 4/00,
F 16 J 1/00**

(21) Anmeldenummer : **83109257.2**

(22) Anmeldetag : **19.09.83**

(54) Kolben mit einem Bauteil aus teilstabilisiertem Zirkonoxid.

(30) Priorität : 09.10.82 DE 3237469

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :
25.04.84 Patentblatt 84/17

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenter-
teilung : 21.11.85 Patentblatt 85/47

(84) Benannte Vertragsstaaten :
AT BE CH FR GB IT LI LU NL SE

(56) Entgegenhaltungen :
DE-A- 2 923 934
US-A- 3 976 809
Patent Abstracts of Japan Band 6, Nr. 26, 16. Februar
1982

(73) Patentinhaber : Feldmühle Aktiengesellschaft
Fritz-Vomfelde-Platz 4
D-4000 Düsseldorf 11 (DE)

(72) Erfinder : Dworak, Ulf Dr. Dipl.-Mineraloge
Pfarrstrasse 50
D-7066 Baltmannsweiler 2 (DE)
Erfinder : Olapinski, Hans, Dr. Dipl.-Chem.
Talstrasse 12
D-7307 Aichwald 1 (DE)
Erfinder : Fingerle, Dieter, Dr. Dipl.-Ing.
Kirchheimer Strasse 34
D-7311 Hochdorf (DE)
Erfinder : Krohn, Ulrich, Dr. Dipl.-Ing.
Elsterweg 8
D-7520 Leonberg (DE)

(74) Vertreter : Uhlmann, Hans, Dr. rer.nat., Dipl.-Chem.
Gladbacher Strasse 189
D-4060 Viersen 1 (DE)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Jouve, 18, rue St-Denis, 75001 Paris, France

EP 0 106 187 B1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kolben mit einem metallischen Kolbenschaft und einem mittels einer Schrumpfverbindung damit verbundenen, dem Brennraum gegenüberliegenden, gegebenenfalls eine Brennmulde aufweisenden Kolbenboden mit einem Bauteil aus teilstabilisiertem Zirkonoxid. Der metallische Schaft kann ein Kolbenbolzennabenpaar oder eine andere Befestigungsmöglichkeit für eine Pleuelstange aufweisen.

Aus der Literaturstelle: « Piston Design for High Combustion Pressures and Reduced Heat Rejection to Coolant » von Wacker/Sander ist bereits ein Kolben mit einem Bauteil aus teilstabilisiertem Zirkonoxid (PSZ), das einen Teil des Kolbenbodens bildet, bekanntgeworden. Die dort beschriebene Verbindung mit dem Kolbenschaft sieht einen Stahlring vor, der über das Zirkonoxidbauteil geschrumpft ist und der mittels einer Schraubverbindung mit dem Kolbenschaft aus Aluminium verbunden ist. Nachteilig ist bei dem dort gezeigten Kolben, daß der Kolbenboden brennraumseitig nur teilweise aus dem Zirkonoxidbauteil besteht, der Stahlring aber eine wärmeableitende Brücke bildet. Als entscheidender Nachteil aber wird beschrieben, daß sich infolge der Zirkonoxideigenschaften hohe thermisch induzierte Spannungen entwickeln und zur Zerstörung des Bauteils aus Zirkonoxid führen.

In der Literaturstelle « PSZ Ceramics for Adiabatic Engine Components » von Woods/Oda ist ein weiterer Kolben mit einem Bauteil aus Zirkonoxid beschrieben. Das eine Brennmulde aufweisende Zirkonoxidbauteil weist einen Kragen auf, der randseitig in einen aus Eisen bestehenden Kolbenschaft eingeschrumpft ist. Der Kolbenschaft schließt bündig mit dem Kragen ab, so daß auch hier der Nachteil einer nicht vollkommenen Isolierung besteht, weil der Randbereich des Kolbenschaftes eine wärmeleitende Brücke bildet. Ein weiterer Nachteil dieses Kolbens besteht darin, daß als Material zur Herstellung des Kolbenschaftes im wesentlichen nur Eisen in Frage kommt, weil seine thermische Ausdehnung im wesentlichen der von Zirkonoxid entspricht. Die meisten Stähle und das vielfach verwendete Aluminium sind dagegen nicht geeignet, weil sie eine höhere thermische Ausdehnung haben.

Eine Weiterführung dieses Vorschlages mit einer Überdeckung des metallischen Kolbenschaftes durch den Kragen des Zirkonoxidbauteils und einer Schrumpfverbindung zwischen metallischem Kolbenschaft und dem unterhalb des Kragens liegenden Bereich des Zirkonoxidbauteils würde zwar eine vollständige Isolierung schaffen, jedoch verspricht eine solche Schrumpfverbindung nur eine minimale Sicherheit gegenüber einer Lockerung des Bauteils.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, bei einem Kolben mit metallischem Kolbenschaft und einem Bauteil aus teilstabili-

siertem Zirkonoxid eine verbesserte Wärmeisolation gegenüber dem Brennraum zu bewirken. Ferner will die Erfindung eine feste und betriebs-sichere Verbindung zwischen metallischem Kolbenschaft und Bauteil aus teilstabilisiertem Zirkonoxid schaffen und dabei thermisch induzierte Spannungsrisse in den einzelnen Bauteilen vermeiden. Eine weitere Aufgabe sieht die Erfindung in der Schaffung eines leichtmontierbaren Kolbens.

Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung einen Kolben mit einem metallischen Kolbenschaft und einem mittels einer Schrumpfverbindung damit verbundenen, dem Brennraum gegenüberliegenden, gegebenenfalls eine Brennmulde aufweisenden Kolbenboden mit einem Bauteil aus teilstabilisiertem Zirkonoxid vor, der durch die folgenden Merkmale gekennzeichnet ist:

a) der den Brennraum begrenzende obere Bereich des Kolbenbodens besteht über den gesamten Querschnitt aus dem Bauteil aus teilstabilisiertem Zirkonoxid,

b) in seinem unteren Bereich ist das Bauteil kegelstumpfförmig ausgebildet, wobei die den Berührungsbereich des Bauteils mit dem metallischen Schaft bildende untere Bodenfläche des Bauteils einen größeren Durchmesser aufweist als der Durchmesser des Kegelstumpfes im Übergangsbereich in den oberen Bereich des Bauteils,

c) der metallische Schaft ist in seinem oberen Bereich kegelstumpfförmig ausgebildet, wobei die den Berührungsbereich bildende Fläche den gleichen Durchmesser wie die untere Bodenfläche des Bauteils aufweist; in dem auf den oberen kegelstumpfförmig ausgebildeten Bereich folgenden unteren Bereich des Schaftes ist der Schaft zylinderförmig ausgebildet, wobei im Übergangsbereich vom oberen in den unteren Bereich der Durchmesser kleiner ist als der Durchmesser der unteren Bodenfläche des Bauteils,

d) der kegelstumpfförmig ausgebildete untere Bereich des Bauteils und der kegelstumpfförmig ausgebildete obere Bereich des metallischen Schaftes werden von einem in Richtung der Längsachse des Kolbens zweigeteilten ringförmigen Bauteil mit einer den kegelstumpfförmigen Ausbildungen des unteren Bereichs des Bauteils und des oberen Bereichs des Kolbenschaftes entsprechenden Innenkontur umklammert,

e) das ringförmige Bauteil wird durch einen aufgeschrumpften Außenring gehalten.

Durch die vorliegende Erfindung ist damit ein Kolben geschaffen, der brennraumseitig vollkommen wärmeisoliert ist, der eine einfache Montage der einzelnen Bauteile ermöglicht und wobei die einzelnen Bauteile einen absolut sicheren und festen Sitz unter Betriebsbedingungen aufweisen. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß durch die Ausbildung des Kolbens bzw. seiner Bauteile der Kegelstumpfbereich des Zirkonoxidbauteils unter

Druckspannung steht, wodurch kritischen, durch thermische Belastung induzierten tangentialen Zugspannungen entgegengewirkt wird. Ein besonderer Vorteil liegt darin, daß die Vorspannungen nach Maßgabe einer Spannungsanalyse über den Kegelwinkel variiert werden können. Die unter Berücksichtigung der Eigenschaften von teilstabilisiertem Zirkonoxid entwickelte konstruktive Gestaltung des Kolbens ermöglicht in vorteilhafter Weise auch die Verwendung von Aluminium als Material zur Herstellung des Kolbenschaftes, womit gegenüber den bisher bekannten Kolben mit einem Bauteil aus teilstabilisiertem Zirkonoxid sich der Vorteil einer Gewichtsersparung ergibt. In einer in konstruktiver Hinsicht besonders vorteilhaften Ausführungsform ist der erfindungsgemäße Kolben dadurch gekennzeichnet, daß in die Außenwand des Außenringes Kolbenringnuten eingelassen sind. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besteht der Außenring aus Stahl.

In einer geeigneten Ausführungsform besteht auch das ringförmige Bauteil aus Stahl, in besonders bevorzugter Ausführungsform besteht das ringförmige Bauteil jedoch ebenfalls aus teilstabilisiertem Zirkonoxid.

In bevorzugter Ausführungsform weist der Kolben einen aus Aluminium bestehenden Schaft auf.

Als besonders geeignet zur Einstellung geeigneter Zugspannungen hat sich ein Bauteil aus Zirkonoxid erwiesen, bei dem der Winkel α zwischen 70° und 85° , vorzugsweise zwischen 75° und 82° liegt.

Um thermisch induzierten Spannungen in konstruktiver Hinsicht entgegenzuwirken, sieht die Erfindung in einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform vor, daß die Innenkontur des ringförmigen Bauteils der kegelstumpfförmigen Ausbildung des Bauteils in dessen Übergangsbereich vom oberen in den unteren Bereich nicht vollständig angepaßt ist. In zweckmäßiger Ausführungsform weist das ringförmige Bauteil in diesem Bereich eine Abrundung oder eine Fase auf.

Die nachfolgenden Figuren dienen der näheren Erläuterung der Erfindung, ohne daß die Erfindung auf die gezeigten Ausführungsformen beschränkt ist:

Es zeigen:

Figur 1 einen Längsschnitt durch ein Ausführungsbeispiel des Kolbens,

Figur 2 eine Darstellung des ringförmigen Bauteils in perspektivischer Darstellung,

Figur 3 eine Ausführungsform des Kolbens im Schnitt, bei dem das ringförmige Bauteil eine Abschrägung im oberen Teil seiner Innenkontur aufweist, so daß es der kegelstumpfförmigen Ausbildung nur teilweise entspricht.

Bei dem in Figur 1 dargestellten Kolben 1 ist mit 3 ein Bauteil aus teilstabilisiertem Zirkonoxid bezeichnet. Der den nicht gezeigten Brennraum begrenzende obere Bereich 5 des Kolbenbodens besteht über die gesamte Fläche mit dem Durchmesser d_1 aus dem aus teilstabilisiertem Zirkono-

xid hergestellten Bauteil 3. Im Übergangsbereich $\bar{U}1$ geht das Bauteil 3 in einen Kegelstumpf mit Neigungswinkel $\alpha = 80^\circ$ über, wobei der Durchmesser d_3 des Kegelstumpfes im Übergangsbereich $\bar{U}1$ kleiner ist als der Durchmesser d_2 des Bauteils 3, der zur Bildung des Berührungsbereiches B des Bauteils 3 mit dem metallischen Schaft 7 dient. Mit 7 ist ein in seinem oberen Bereich 10 kegelstumpfförmig ausgebildeter Aluminiumschaft bezeichnet, dessen den Berührungsbereich B mit dem Bauteil 3 bildende Fläche 9 den gleichen Durchmesser d_2 wie die untere Bodenfläche 8 des Bauteils 3 aufweist. In seinem auf den oberen kegelstumpfförmig ausgebildeten Bereich 10 folgenden unteren Bereich 11 ist der Schaft 7 zylinderförmig ausgebildet, wobei im Übergangsbereich $\bar{U}2$ vom oberen Bereich 10 in den unteren Bereich 11 der Durchmesser d_4 kleiner ist als der Durchmesser d_2 .

Ein ringförmiges, in axialer Richtung des Kolbens zweigeteiltes ringförmiges Bauteil 13 aus teilstabilisiertem Zirkonoxid, dessen Innenkonturen 14 den kegelstumpfförmig ausgebildeten unteren Bereich 6 des Bauteils 3 und dem kegelstumpfförmig ausgebildeten oberen Bereich 10 des Aluminiumschaftes 7 entsprechen, umklammert diese Bereiche des Aluminiumschaftes und des Bauteils aus Zirkonoxid. Durch einen nach Erhitzen auf 400°C über das ringförmige Bauteil 13 und den Schaft 7 geschobenen Außenring 15 aus Stahl sind nach dessen Erkalten das Bauteil 3, der metallische Schaft 7 und das ringförmige Bauteil 13 fest zusammengefügt. Der Außenring 15 entspricht in seinem Innendurchmesser dem Außendurchmesser des Schaftes 7.

Mit 18 ist eine Brennmulde bezeichnet, die im oberen Bereich 5 des Kolbenbodens angeordnet ist. Der Außenring 15 weist in seiner Außenwand 17 eingelassene Kolbenringnuten 16 zur Aufnahme von nicht gezeigten Kolbenringen auf. Der Außenring 15 endet oberhalb des Kolbenbolzenabpaars 5. Gemäß einer nicht gezeigten Ausführungsform kann der Außenring 15 aber auch so ausgebildet sein, daß er den gesamten unteren Bereich 11 des Schaftes 7 umfaßt.

Bei dem in Figur 2 gezeigten ringförmigen Bauteil 13 ist mit 14 die Innenkontur zur Umklammerung des kegelstumpfförmig ausgebildeten unteren Bereichs 6 des Bauteils 3 und des kegelstumpfförmig ausgebildeten oberen Bereichs 10 des Aluminiumschaftes bezeichnet. Entlang der Linie L_1 , L_2 , die durch die Längsachse L_3 des Kolbens 1 führt, ist das ringförmige Bauteil 13 zweigeteilt.

Figur 3 zeigt in einer Schnittdarstellung ein nur teilweise dargestelltes ringförmiges Bauteil 13, dessen obere spitze Kante im Bereich S unter Bildung einer Fase abgefast ist. Durch diese Ausbildung des ringförmigen Bauteils 13 bleibt bei der Montage ein Leerraum 12 an der Außenkontur 2 des ebenfalls nur teilweise dargestellten Bauteils 3 unterhalb des Übergangsbereiches $\bar{U}1$.

Patentansprüche

1. Kolben (1) mit einem metallischen Kolbenschaft (7) und einem mittels einer Schrumpfung verbundenen, den Brennraum begrenzenden, gegebenenfalls eine Brennmulde (18) aufweisenden Kolbenboden mit einem Bauteil (3) aus teilstabilisiertem Zirkonoxid, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:

a) der den Brennraum begrenzende obere Bereich (5) des Kolbenbodens besteht über den gesamten Querschnitt (d1) aus dem Bauteil (3) aus teilstabilisiertem Zirkonoxid,

b) in seinem unteren Bereich (6) ist das Bauteil (3) kegelstumpfförmig ausgebildet, wobei die den Berührungsbereich (B) des Bauteils (3) mit dem metallischen Schaft (7) bildende untere Bodenfläche (8) des Bauteils (3) einen größeren Durchmesser (d2) aufweist als der Durchmesser (d3) des Kegelstumpfes im Übergangsbereich (Ü1) in den oberen Bereich (5) des Bauteils (3),

c) der metallische Schaft (7) ist in seinem oberen Bereich (10) kegelstumpfförmig ausgebildet, wobei die den Berührungsbereich (B) bildende Fläche (9) den gleichen Durchmesser (d3) wie die untere Bodenfläche (8) des Bauteils (3) aufweist, in dem auf den oberen kegelstumpfförmig ausgebildeten Bereich (10) folgenden unteren Bereich (11) des Schaftes (7) ist der Schaft (7) zylinderförmig ausgebildet, wobei im Übergangsbereich (Ü2) vom oberen (10) in den unteren Bereich (11) der Durchmesser (d4) kleiner ist als der Durchmesser (d2),

d) der kegelstumpfförmig ausgebildete untere Bereich (6) des Bauteils (3) und der kegelstumpfförmig ausgebildete obere Bereich (10) des metallischen Schaftes (7) werden von einem in Richtung der Längsachse (L₃) des Kolbens (1) zweigeteilten ringförmigen Bauteil (13) mit einer den kegelstumpfförmigen Ausbildungen des unteren Bereichs (6) des Bauteils (3) und des oberen Bereichs (10) des Kolbenschaftes (7) entsprechenden Innenkontur (14) umklammert,

e) das ringförmige Bauteil (13) wird durch einen aufgeschrumpften Außenring (15) gehalten.

2. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in die Außenwand (17) des Außenringes (15) Kolbenringnuten (16) eingelassen sind.

3. Kolben nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Außenring (15) aus Stahl besteht.

4. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das ringförmige Bauteil (13) aus Stahl besteht.

5. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das ringförmige Bauteil (13) aus teilstabilisiertem Zirkonoxid besteht.

6. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der metallische Schaft (7) aus Aluminium besteht.

7. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel α des Bauteils (3) 70° bis 85°, vorzugsweise 75° bis 82° beträgt.

8. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenkontur (14) des ringförmigen Bauteils (13) in ihrem Bereich (S) eine Abrundung oder eine Fase aufweist.

10 Claims

1. Piston (1) having a metal piston body (7) and a piston crown with a member (3) of partially stabilised zirconium oxide, which is connected to the piston body by shrink fitting, defines the combustion chamber and optionally has a combustion recess (18), characterised by the following features:

a) the upper part (5) of the piston crown which defines the combustion chamber consists, throughout its entire cross-section (d1), of the member (3) of partially stabilised zirconium oxide,

b) in its lower part (6), the member (3) is formed as a truncated cone, the underside surface (8) of the member (3) which forms the region of contact (B) of the member (3) with the metal body (7) having a larger diameter (d2) than the diameter (d3) of the truncated cone in the region of its transition (Ü1) into the upper part (5) of the member (3),

c) the upper part (10) of the metal body (7) is formed as a truncated cone, the surface (9) which forms the region of contact (B) having the same diameter (d2) as the underside surface (8) of the member (3), in the lower part (11) of the body (7) adjoining the upper part (10) which is formed as a truncated cone, the body (7) is of cylindrical design, the diameter (d4) in the region of transition (Ü2) from the upper part (10) to the lower part (11) is smaller than the diameter (d2),

d) the lower part (6), formed as a truncated cone, of the member (3) and the upper part (10), formed as a truncated cone, of the metal body (7) are surrounded by an annular member (13) which is divided in two in the direction of the longitudinal axis (L₃) of the piston (1) and has an internal contour (14) corresponding to the truncated-cone-shaped sections of the lower part (6) of the member (3) and the upper part (10) of the piston shaft (7),

e) the annular member (13) is held by a shrunk-on outer ring (15).

2. Piston according to claim 1, characterised in that piston-ring grooves (16) are made in the outside wall (17) of the outer ring (15).

3. Piston according to claim 1 or 2, characterised in that the outer ring (15) is made of steel.

4. Piston according to any one of claims 1 to 3, characterised in that the annular member (13) is made of steel.

5. Piston according to any one of claims 1 to 3, characterised in that the annular member (13) is made of partially stabilised zirconium oxide.

6. Piston according to any one of claims 1 to 5,

characterised in that the metal body (7) is made of aluminium.

7. Piston according to any one of claims 1 to 6, characterised in that the angle α of the member (3) is from 70° to 85°, preferably from 75° to 82°.

8. Piston according to any one of claims 1 to 7, characterised in that the internal contour (14) of the annular member (13) has a rounded portion or a bevel in its region (S).

Revendications

1. Piston (1) comprenant un corps métallique (7) et un plateau qui lui est raccordé par un emmanchement à chaud, délimite la chambre de combustion, comporte éventuellement une cuvette de combustion (18) et est muni d'un élément (3) en zircone partiellement stabilisée, caractérisé par les caractéristiques suivantes :

a) la zone supérieure (5), délimitant la chambre de combustion, du plateau du piston, est constituée sur toute la section transversale (d1) par l'élément (3) en zircone partiellement stabilisée,

b) dans sa zone inférieure (6), l'élément (3) est réalisé en forme de tronc de cône, la surface inférieure (8) du fond de l'élément (3), formant la zone de contact (B) entre l'élément (3) et le corps métallique (7), ayant un diamètre (d2) plus grand que le diamètre (d3) du tronc de cône dans la zone de transition (U1) avec la zone supérieure (5) de l'élément (3),

c) le corps métallique (7) est réalisé en forme de tronc de cône dans sa zone supérieure (10), la surface (9), formant la zone de contact (B) ayant le même diamètre (d2) que la surface inférieure (8) du fond de l'élément (3), dans la zone inférieure (11) du corps (7), consécutive à la zone

supérieure (10) réalisée en forme de tronc de cône, le corps (7) est réalisé cylindrique, le diamètre (d4) dans la zone de transition (U2) entre les zones supérieure (10) et inférieure (11) étant plus petit que le diamètre (d2),

d) la zone inférieure (6), réalisée en forme de tronc de cône, de l'élément (3), et la zone supérieure (10), réalisée en forme de tronc de cône, du corps métallique (7), sont entourées par un organe annulaire (13) divisé en deux dans le sens de l'axe longitudinal (L₃) du piston (1) et présentant un contour intérieur (14) correspondant aux configurations en forme de tronc de cône de la zone inférieure (6) de l'élément (3) et de la zone supérieure (10) du corps (7) du piston,

e) l'organe annulaire (13) est maintenu par une bague extérieure (15) emmanchée à chaud.

2. Piston selon la revendication 1, caractérisé par le fait que des gorges annulaires de piston (16) sont pratiquées dans la paroi externe (17) de la bague extérieure (15).

3. Piston selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que la bague extérieure (15) est réalisée en acier.

4. Piston selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que l'organe annulaire (13) est réalisé en acier.

5. Piston selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que l'organe annulaire (13) est réalisé en zircone partiellement stabilisée.

6. Piston selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que le corps métallique (7) est réalisé en aluminium.

7. Piston selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que l'angle α de l'élément (3) est de 70° à 85°, de préférence de 75° à 82°.

8. Piston selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que le contour interne (14) de l'organe annulaire (13) comporte un arrondi ou un chanfrein dans sa zone (S).

45

50

55

60

65

5

Fig. 1

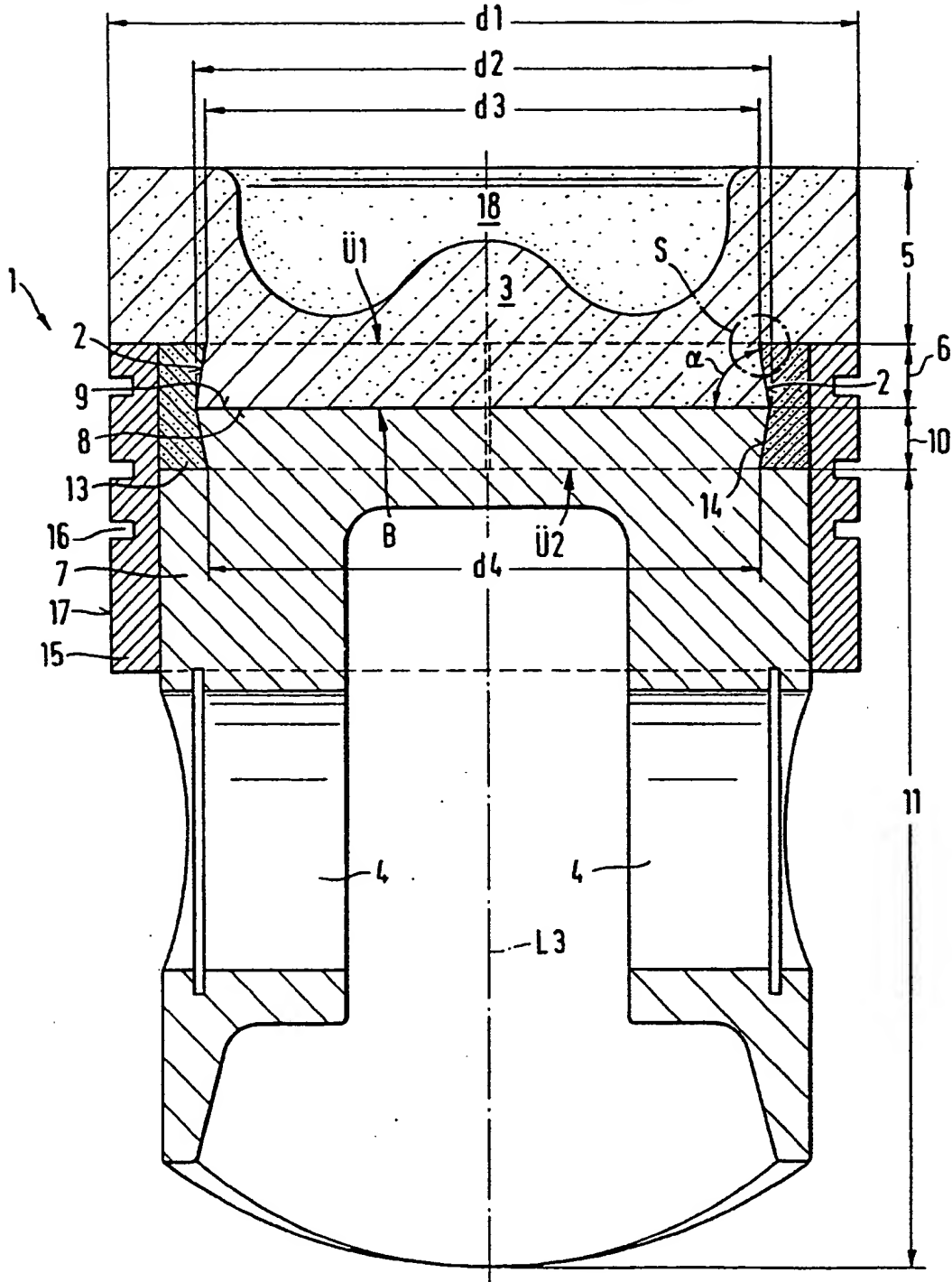


Fig. 2

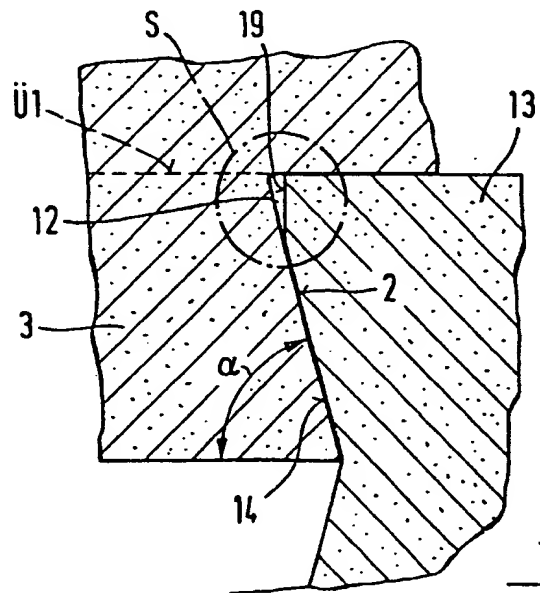
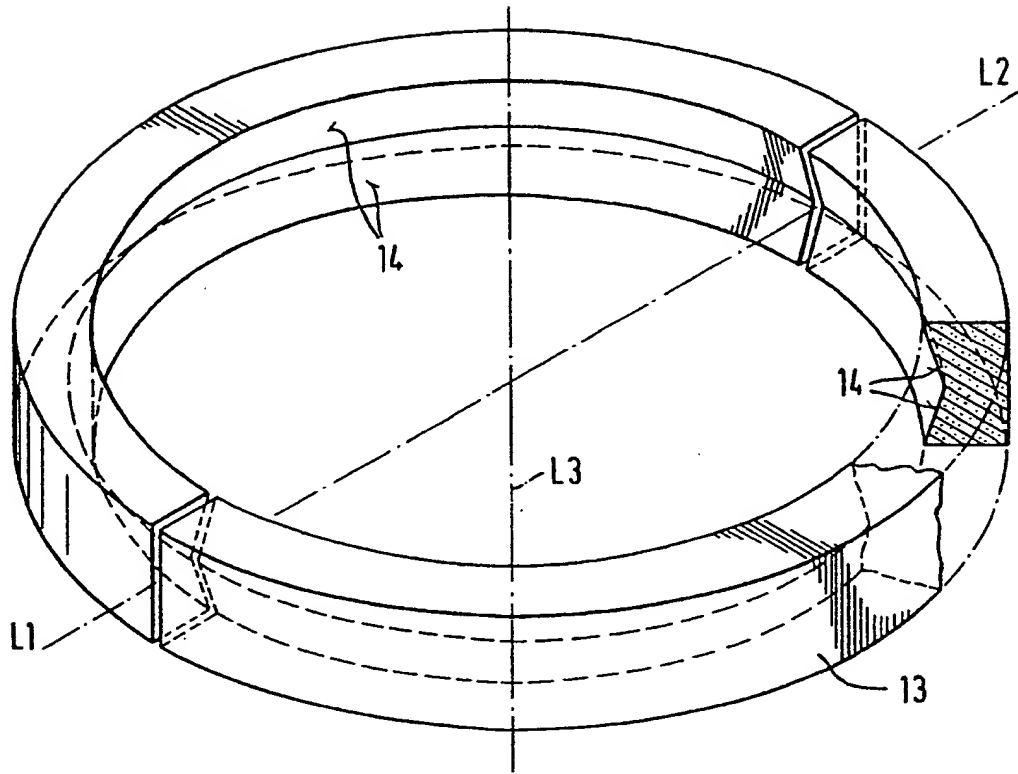


Fig. 3